Surveillance environnementale des pulvérisations aériennes d'insecticides contre la tordeuse des bourgeons de l'épinette, au Québec, en 1985

Concentrations d'insecticides biologiques dans l'air de sept municipalités situées au voisinage des aires traitées

par: Luc Major, biologiste
Ghislain Rousseau, tech. eau et assain.
Pierrette Cardinal, microbiologiste

Gouvernement du Québec
Ministère de l'Energie et des Ressources
Direction de la Conservation

Service des études environnementales

Gilles Gaboury, biol.
Chef de Service (intérim)

Division des études et du suivi

Pierre-Martin Marotte, biol.
Responsable

Québec, le 16 avril 1986

88-00503/

REMERCIEMENTS

Les auteurs remercient chaleureusement Madame Ann Carey de l'Air Monitoring Branch (EPA) et Monsieur Ernest Richardson du Maine Department of Human Services pour nous avoir prêté les appareils d'échantillonnage nécessaires à la réalisation de cette étude.

Nos remerciements s'adressent également aux personnes sous contrat qui ont effectué l'échantillonnage. Ce sont Mesdames Jacynthe Oakes, Françoise Gendron et Yolaine Dugas et Messieurs Pierre Lévesque, Clyde Fitzpatrick, Ulric Mainville et Stéphane Beaudet. Nous remercions aussi Madame Sylvie Jean pour la réalisation des figures et des tableaux.

RESUME

Dans le cadre de sa seizième opération de pulvérisations aériennes d'insecticides contre la tordeuse des bourgeons de l'épinette (Choristoneura fumiferana), le ministère de l'Energie et des Ressources a réalisé en 1985, pour une deuxième année consécutive, une étude visant à évaluer les concentrations d'insecticide biologique (Bacillus thuringiensis) dans l'air de sept municipalités situées près des secteurs traités. Au total, 288 échantillons d'air d'une durée de 24 heures ont été prélevés entre le 29 mai et le 26 août 1985. L'analyse a révélé des concentrations variant de non détecté (<3 U.F.C.* dans l'échantillon) à un maximum de 1 365,14 U.F.C.-mn/l d'air (938,24 U.F.C./m^3 d'air); la majorité (84%) des échantillons représentent toutefois moins de 1 U.F.C.-mn/l. On note une concordance plus ou moins bonne entre les concentrations détectées et la distance des aires traitées durant la période de prélèvement; ceci peut être attribuable à des facteurs tels le vent ou la dimension des aires traitées à proximité des stations. Cette faible relation peut également être due en partie à des problèmes de contamination affectant le laboratoire d'analyse, lesquels empêchent aussi de formuler des conclusions fermes en ce qui a trait à la dérive à longue distance.

Les résultats obtenus lors de cette étude se comparent à ceux obtenus en 1984 et révèlent une faible contamination de l'air des municipalités étudiées. Des valeurs très élevées peuvent cependant être détectées sporadiquement lors d'applications à faible distance des stations.

* U.F.C.: Unités formant des colonies, lesquelles peuvent provenir d'une ou de plusieurs spores.

TABLE DES MATIERES

Remerciements iii

Résumé v

Table des matières vii

Liste des tableaux viii

Liste des figures ix

1. Introduction 1

2. Territoire 3

3. Méthodologie 3

    3.1 Pulvérisation 3
    3.2 Préparations d'insecticides 5
    3.3 Echantillonnage de l'air 5
    3.4 Méthode analytique 9

4. Résultats 11

    4.1 St-Patrice de Rivière-du-Loup 11
    4.2 Pohénégamook 11
    4.3 Ste-Florence 11
    4.4 Gaspé 15
    4.5 Grande-Vallée 15
    4.6 Baie St-Paul 15
    4.7 Pointe-aux-Anglais 15

5. Discussion 21

Annexe: Composition du Tween 80 et de la gélose nutritive 31

Bibliographie 33

LISTE DES TABLEAUX

TABLEAU 1: Concentrations d'insecticide biologique (B.t.) détectées dans les échantillons d'air prélevés en 1985 à St-Patrice de Rivière-du-Loup 12

TABLEAU 2: Concentrations d'insecticide biologique (B.t.) détectées dans les échantillons d'air prélevés en 1985 à Pohénégamook 13

TABLEAU 3: Concentrations d'insecticide biologique (B.t.) détectées dans les échantillons d'air prélevés en 1985 à Ste-Florence 14

TABLEAU 4: Concentrations d'insecticide biologique (B.t.) détectées dans les échantillons d'air prélevés en 1985 à Gaspé 16

TABLEAU 5: Concentrations d'insecticide biologique (B.t.) détectées dans les échantillons d'air prélevés en 1985 à Grande-Vallée 17

TABLEAU 6: Concentrations d'insecticide biologique (B.t.) détectées dans les échantillons d'air prélevés en 1985 à Baie St-Paul 18

TABLEAU 7: Concentrations d'insecticide biologique (B.t.) détectées dans les échantillons d'air prélevés en 1985 à Pointe-aux-Anglais 19

LISTE DES FIGURES

FIGURE 1: Superficies traitées à l'insecticide biologique (B.t.) lors du programme de lutte contre la T.B.E. au Québec en 1985 4

FIGURE 2: Schéma du dispositif utilisé pour l'échantillonnage d'insecticide biologique dans l'air en 1985 8

FIGURE 3: Histogramme des concentrations d'insecticide biologique (B.t.) détectées à St-Patrice de Rivière-du-Loup lors des pulvérisations contre la tordeuse des bourgeons de l'épinette en 1985 22

FIGURE 4: Histogramme des concentrations d'insecticide biologique (B.t.) détectées à Pohénégamook lors des pulvérisations contre la tordeuse des bourgeons de l'épinette en 1985 23

FIGURE 5: Histogramme des concentrations d'insecticide biologique (B.t.) détectées à Ste-Florence lors des pulvérisations contre la tordeuse des bourgeons de l'épinette en 1985 24

FIGURE 6: Histogramme des concentrations d'insecticide biologique (B.t.) détectées à Gaspé lors des pulvérisations contre la tordeuse des bourgeons de l'épinette en 1985 25

FIGURE 7: Histogramme des concentrations d'insecticide biologique (B.t.) détectées à Grande-Vallée lors des pulvérisations contre la tordeuse des bourgeons de l'épinette en 1985 26

FIGURE 8: Histogramme des concentrations d'insecticide biologique (B.t.) détectées à Baie St-Paul lors des pulvérisations contre la tordeuse des bourgeons de l'épinette en 1985 27

FIGURE 9: Histogramme des concentrations d'insecticide biologique (B.t.) détectées à Pointe-aux-Anglais lors des pulvérisations contre la tordeuse des bourgeons de l'épinette en 1985 28

1. INTRODUCTION

Dans le cadre de son programme de lutte contre les insectes nuisibles en milieu forestier, et en vertu du décret ministériel 192-85, le ministère de l'Energie et des Ressources a entrepris au printemps 1985 une seizième opération de pulvérisations aériennes d'insecticides afin de réduire les dommages causés par la tordeuse des bourgeons de l'épinette (Choristoneura fumiferana).

Comme certains territoires traités sont situés à proximité de zones habitées, le Ministère a réalisé un programme de surveillance afin d'évaluer la dérive d'insecticide dans certaines municipalités et mesurer les concentrations dans l'air auxquelles peuvent être exposés les citoyens de ces municipalités. Malgré le caractère sécuritaire des insecticides biologiques à base de Bacillus thuringiensis, ces produits ont fait l'objet du programme d'échantillonnage et le présent rapport discute des résultats obtenus lors de cette étude. Le volet équivalent qui concerne l'insecticide chimique est traité dans un autre rapport.

2. TERRITOIRE

Les pulvérisations effectuées par le MER en 1985 ont couvert une superficie de 667 418 hectares répartis dans les régions du Bas St-Laurent, de la Gaspésie, du Saguenay-Lac-St-Jean, de Québec et de la Côte-Nord (Fig. 1). De cette superficie, 184 455 ha (28%) ont été traités avec l'insecticide chimique fénitrothion et 482 963 ha (72%) avec les insecticides biologiques qui font l'objet de ce rapport. Des pulvérisations ont également été effectuées en forêts privées par d'autres organismes que le MER. Ces traitements, réalisés à l'aide d'insecticides biologiques, ont couvert une superficie de 36 777 hectares. Ces superficies n'apparaissent pas à la figure 1 à cause de la faible taille des parcelles traitées mais elles ont toutefois été prises en considération pour l'interprétation des résultats.

3. METHODOLOGIE

3.1 Pulvérisation

Le programme de pulvérisation biologique s'est déroulé du 3 juin au 5 juillet à l'aide de quadrimoteurs de type L-749 Constellation, DC-4G et DC-6 et des monomoteurs AgCat, Super Cub, Piper Pawnee, Turbo Thrush et Bull Thrush. Les quadrimoteurs étaient guidés par des unités Litton^{MD} de navigation par inertie alors que les monomoteurs opéraient par navigation visuelle. Les systèmes de pulvérisations installés sur ces appareils sont des rampes munies de gicleurs ouverts dans le cas des quadrimoteurs et d'atomiseurs Mini Micronair^{MD} AU-5000 pour les monomoteurs.

Les parcelles traitées aux insecticides biologiques n'ont reçu qu'une seule application. Certaines des parcelles initialement au programme n'ont toutefois pas été traitées suite à une baisse des populations larvaires en-deçà du seuil nuisible.

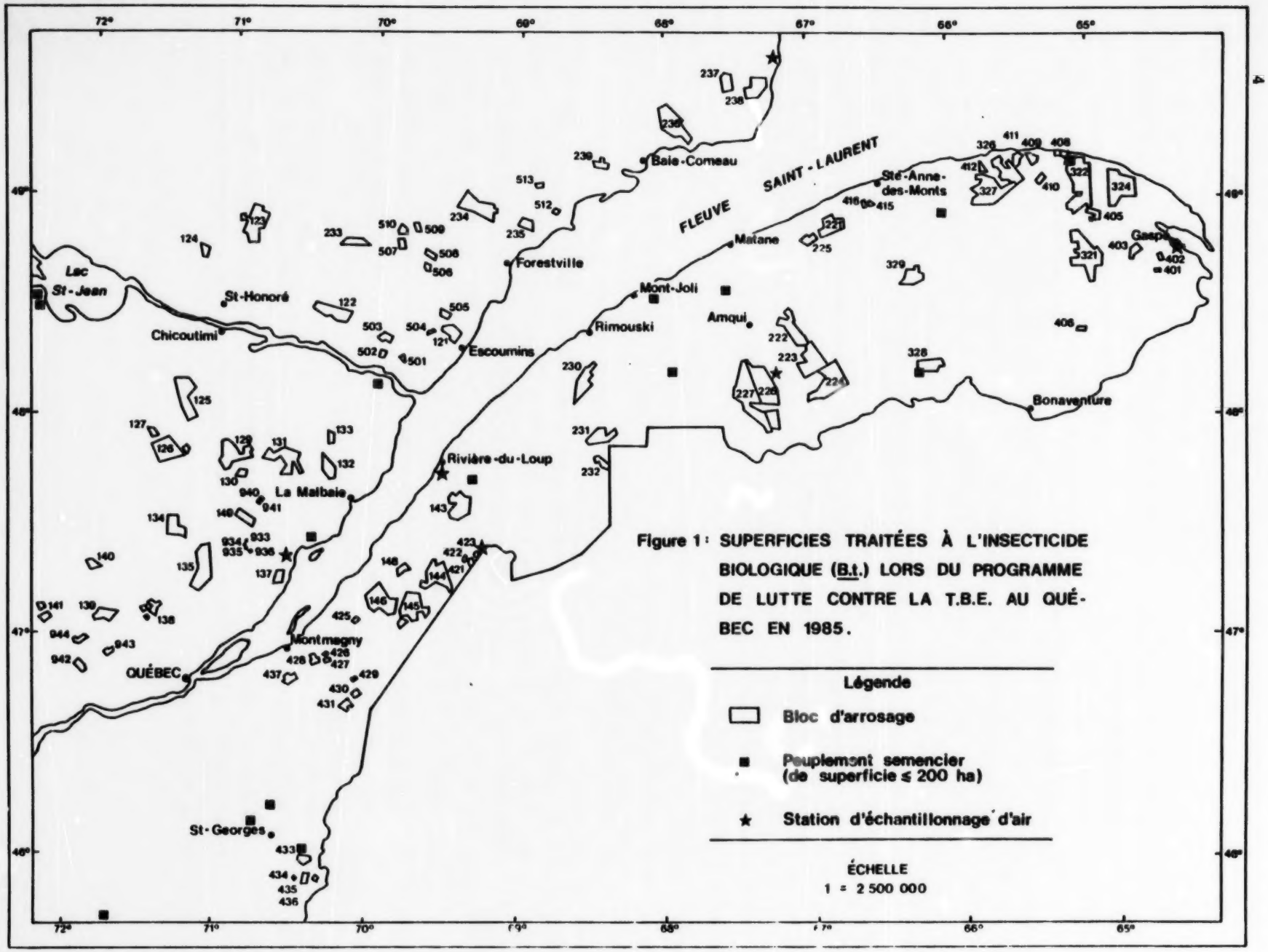


Figure 1 : SUPERFICIES TRAITÉES À L'INSECTICIDE BIOLOGIQUE (B.t.) LORS DU PROGRAMME DE LUTTE CONTRE LA T.B.E. AU QUÉBEC EN 1985.

3.2 Préparations d'insecticides

Les insecticides biologiques utilisés opérationnellement par le Ministère ou les autres organismes furent le Thuricide^{MD} 48 LV, le Novabac^{MD} 3 et le Futura^{MD}FC. En ce qui a trait aux pulvérisations expérimentales, réalisées sur de très petites superficies, d'autres produits ont également été mis à l'essai, soit le SAN-415^{MD}, le Thuricide^{MD} 64B, le Futura^{MD} XLV, le Biobit^{MD} 64B et le Dipel^{MD} 176. Mentionnons que tous ces produits sont à base de spores et de cristaux de Bacillus thuringiensis var. kurstaki.

3.3 Echantillonage de l'air

Sept municipalités de l'est du Québec ont été sélectionnées pour faire l'objet de cette étude, soit St-Patrice de Rivière-du-Loup, Pohénégamook, Ste-Florence, Gaspé, Grande-Vallée, Baie-St-Paul et Pointe-aux-Anglais. Ces sept municipalités sont situées près de secteurs traités aux produits biologiques et de plus, la station de St-Patrice a été choisie à cause de la proximité de la base d'opérations du Ministère à Notre-Dame-du-Portage. La plupart des stations sont situées en aval des vents d'ouest dominant par rapport aux secteurs traités.

À chacune de ces sept municipalités, la station d'échantillonnage était localisée dans la cour d'une maison privée, sur un terrain dégagé et peu accidenté; dans le cas de Gaspé, la station était située juste à côté du Sanatorium Ross. La distance entre chaque station et la plus proche parcelle traitée variait de 1 à 13 kilomètres (Fig. 1).

St-Patrice-de-Rivière-du-Loup

La station était située à 3,8 km au nord-est de la base d'opération du Ministère, à mi-chemin entre cette dernière et la ville de Rivière-du-Loup. Les prélèvements à cette station visaient à mesurer la présence éventuelle de spores de B.t. due à l'entreposage d'insecticides biologiques à la base en

plus d'évaluer la dérive provenant de parcelles traitées. À cet effet, signalons que la station était à 13 km de la plus proche parcelle traitée.

Pohénégamook

La station était située à 8 km au sud de St-Eleuthère et à moins de 1 km de la frontière américaine. La parcelle traitée la plus près était située à 1 km de la station.

Ste-Florence

La station était localisée à 5,6 km au sud de Ste-Florence et à 1 km de l'aire traitée la plus proche.

Gaspé

Les prélèvements étaient faits en plein coeur de la ville de Gaspé, sur le promontoire qui accueille le Sanatorium Ross de Gaspé. Le secteur le plus près faisant l'objet de traitements biologiques était situé à 10 km de la station.

Grande-Vallée

L'échantillonnage était effectué à 3,5 km au sud-ouest du village et à 4 km de la plus proche zone traitée.

Baie St-Paul

La station était localisée à 13 km au sud-ouest de Baie St-Paul dans le secteur St-Placide-de-Charlevoix. La plus proche parcelle traitée était à 5,7 km de la station.

Pointe-aux-Anglais

Le poste d'échantillonnage se trouvait à 1,5 km au sud du village et à 10,5 km de la parcelle traitée la plus près.

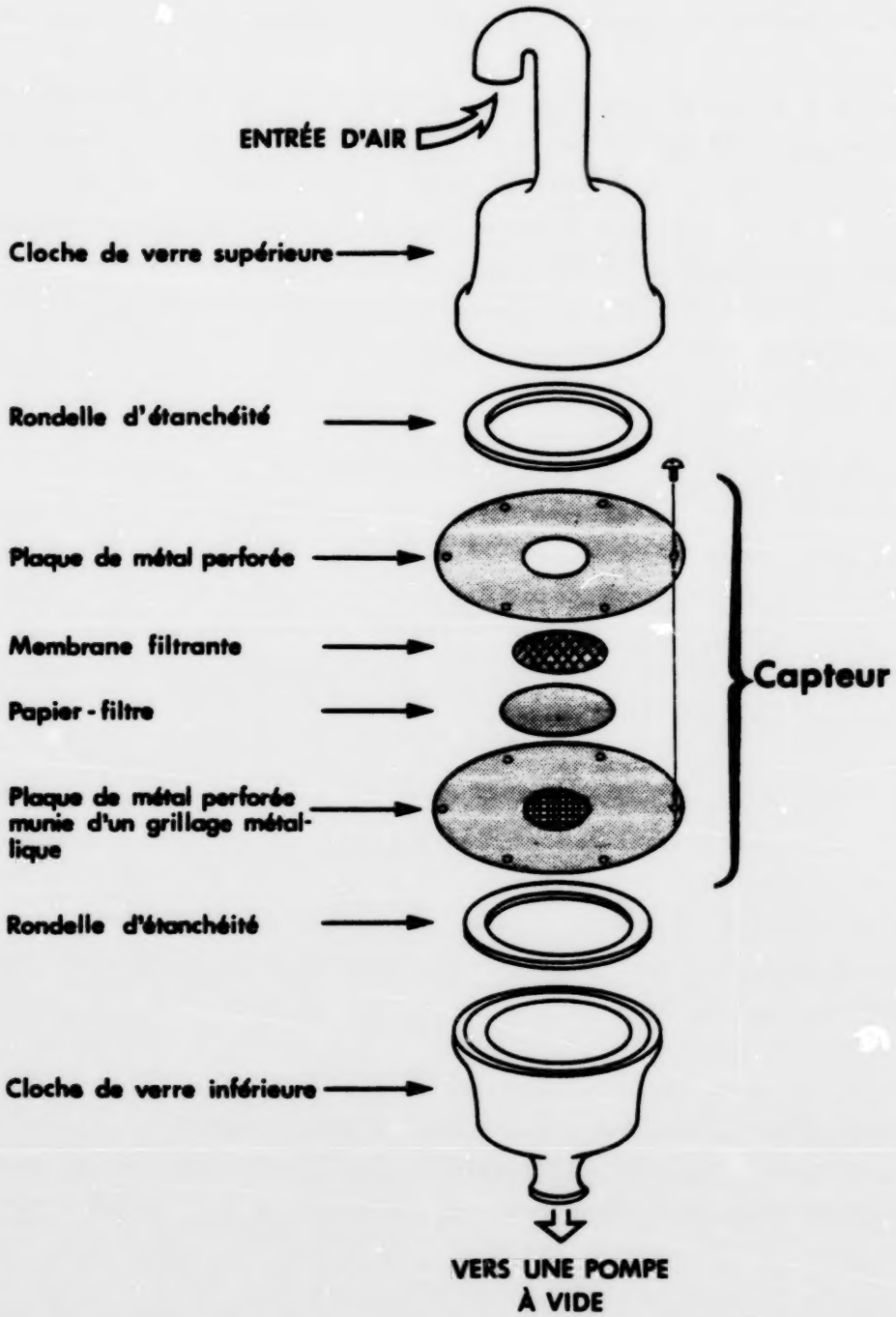
Au total, à chacune des stations, de 40 à 43 échantillons d'air ont été prélevés entre le 29 mai et le 11 juillet 1985, soit pendant toute la durée des pulvérisations. À la station de St-Patrice, compte tenu de la proximité de la base d'opérations où les insecticides sont entreposés, un échantillon hebdomadaire a ensuite été prélevé jusqu'au 26 août pour un total de 50 échantillons. Chaque prélèvement, d'une durée d'environ 24 heures, était effectué à l'aide d'appareils d'échantillonnage Sierra-Misco^{MD} modèle 88 fonctionnant à un débit de 32 l/mn.

La rétention des spores de B.t. est assurée par une membrane filtrante Millipore^{MD} en ester de cellulose ayant une porosité de 0,45 m et un diamètre de 4,7 cm. Cette membrane est déposée sur un papier filtre Whatman^{MD} et le tout est inséré entre deux plaquettes perforées en acier inoxydable; cet ensemble constitue le capteur (Fig. 2). Suite au montage, ce dernier est stérilisé à l'oxyde d'éthylène en milieu hospitalier et il demeure scellé jusqu'au moment de l'utilisation.

Lors de l'échantillonnage, ce capteur est installé entre deux cloches de verre préalablement stérilisées et l'étanchéité du système est assurée par des joints annulaires de caoutchouc. Ce dispositif, illustré à la figure 2, est alors relié à la pompe. Après la période de prélèvement, le capteur est déposé dans une boîte de pétri stérile et gardé au congélateur jusqu'à l'analyse en laboratoire.

Rappelons qu'en 1984, des capteurs semblables avaient été utilisés sauf que le filtre était inséré entre deux plats de pétri perforés au lieu des plaquettes métalliques. Les tests effectués sur ces dispositifs avaient révélé une très bonne efficacité de rétention pour les spores de B.t. (Major et al., 1985).

Figure 2: Schéma du dispositif utilisé pour l'échantillonnage d'insecticide biologique dans l'air en 1985.



3.4 Méthodologie analytique

Le capteur est démonté et le filtre est déposé dans 200 ml de Tween 80 stérile (0,1%, pH 7,2). La préparation est agitée 30 minutes à l'aide d'un agitateur mécanique. Quelques gouttes d'anti-moussant stérile sont alors ajoutées. Le filtre est ensuite rincé avec 50 ml d'eau stérile et déposé sur gélose nutritive (Nutrient Agar) pour décompte ultérieur des spores y adhérant.

Le volume total de 250 ml est agité 30 secondes pour une meilleure homogénéisation. Deux volumes de 50 ml et un volume de 100 ml sont prélevés et analysés par filtration sous vide à l'aide d'entonnoirs munis de filtres Millipore^{MD} (porosité: 0,45 µ). Ces filtres sont ensuite déposés sur gélose nutritive pour une période d'incubation de 24 heures à 29°C.

Le décompte est réalisé en choisissant les pétris contenant entre 20 et 80 colonies et en considérant seulement les colonies semblables au B.t., soit de couleur beige, plates et d'apparence rugueuses. Le pourcentage de B.t. est déterminé sur un pétri réincubé pour une période totale de 50 heures. Cette période d'incubation permet le développement de la spore et la libération du cristal (corps protéique) caractéristique au B.t. De ce pétri, des frottis sur lames sont préparés à partir de 20 colonies. Une coloration développée par Smirnoff (1962) est appliquée pour mettre en évidence le cristal de B.t.

Le volume restant de 50 ml est conservé à 4°C. Si le décompte sur membrane filtrante est plus grand que 80, des volumes plus petits sont alors filtrés. Au nombre total d'U.F.C.* extrapolé pour 250 ml, est ajoutée la quantité retenue par le filtre d'échantillonnage.

Toutes les manipulations sont effectuées sous une hotte biologique à flux laminaire, pour diminuer la contamination. Des témoins avant et après filtration sont analysés pour s'assurer de la stérilité du matériel utilisé.

La composition du Tween 80 et de la gélose nutritive est détaillée en annexe.

*U.F.C.: Unités formant des colonies, lesquelles peuvent provenir d'une ou de plusieurs spores.

4. RESULTATS

Les tableaux 1 à 7 présentent les résultats obtenus pour chaque journée et à chacune des sept municipalités tout au long du programme de pulvérisations. Ces résultats sont exprimés en concentrations intégrées* (U.F.C.-mn/l d'air) et en concentrations moyennes (U.F.C./m^3 d'air). Mentionnons que certains échantillons ont été annulés à cause de bris de filtre ou de non fonctionnement de la pompe. Pour d'autres échantillons, seule la présence a pu être confirmée sans mesure précise à cause d'une rupture de débit et d'un volume d'air total inconnu. Les résultats sont présentés ci-dessous pour chacune des sept municipalités.

4.1 St-Patrice de Rivière-du-Loup

Pour les 43 échantillons d'air prélevés quotidiennement entre le 29 mai et le 10 juillet, les concentrations varient de non détecté** (15 échantillons) à un maximum de 10,59 U.F.C.-mn/l (7,67 U.F.C./m^3). Pour les sept échantillons prélevés hebdomadairement entre le 16 juillet et le 26 août, le B.t. a été décelé à une occasion mais le résultat n'a pu être quantifié.

4.2 Pohénégamook

Au total, 42 échantillons d'air ont été récoltés entre le 29 mai et le 9 juillet. Les résultats vont de non détecté (24 échantillons) à 42,20 U.F.C.-mn/l (29,43 U.F.C./m^3).

4.3 Ste-Florence

Signalons que les dix premiers échantillons ont du être annulés pour cause de mauvais fonctionnement de la pompe. Pour les 31 prélèvements subséquents, effectués entre le 8 juin et le 8 juillet, les résultats varient de non

* La concentration intégrée est le quotient du nombre d'U.F.C. présentes dans l'échantillon par le débit (l/mn) de l'appareil d'échantillonnage.

** Non détecté: moins de 3 U.F.C. dans l'échantillon.

TABLEAU 1: Concentrations d'insecticide biologique (B.t.) détectées dans les échantillons d'air prélevés en 1985 à St-Patrice de Rivière-du-Loup

DATE (1)	Concentrations intégrées dans le temps (U.F.C.-mn/l)	Concentrations moyennes durant 24 heures (U.F.C./mètre cube)
85-05-29	0,26	0,18
30	N.D.	N.D.
31	0,76	0,53
06-01	0,86	0,60
02	0,56	0,37
03	N.D.	N.D.
04	N.D.	N.D.
05	Présence	Présence
06	0,41	0,28
07	10,59	7,67
08	3,26	2,27
09	2,23	1,47
10	0,14	0,10
11	0,17	0,12
12	Présence	Présence
13	N.D.	N.D.
14	N.D.	N.D.
15	N.D.	N.D.
16	0,86	0,56
17	0,15	0,11
18	0,41	0,28
19	0,19	0,13
20	0,26	0,18
21	N.D.	N.D.
22	Présence	Présence
23	0,25	0,17
24	N.D.	N.D.
25	N.D.	N.D.
26	*	*
27	0,36	0,26
28	0,35	0,24
29	N.D.	N.D.
30	0,81	0,55
07-01	0,32	0,23
02	N.D.	N.D.
03	N.D.	N.D.
04	0,46	0,32
05	1,22	0,80
06	Présence	Présence
07	Présence	Présence
08	N.D.	N.D.
09	N.D.	N.D.
10	N.D.	N.D.
16	N.D.	N.D.
23	N.D.	N.D.
30	N.D.	N.D.
08-07	Présence	Présence
15	N.D.	N.D.
20	N.D.	N.D.
26	*	*

(1) Date du début de la période de prélèvement
N.D. Non-détecté (<3 U.F.C. dans l'échantillon)
* Echantillon annulé

TABLEAU 2: Concentrations d'insecticide biologique (B.t.) détectées dans les échantillons d'air prélevés en 1985 à Pohénégamook

DATE (1)	Concentrations intégrées dans le temps (U.F.C.-mn/l)	Concentrations moyennes durant 24 heures (U.F.C./mètre cube)
85-05-29	N.D.	N.D.
30	16,07	11,27
31	0,24	0,17
06-01	4,71	3,27
02	N.D.	N.D.
03	0,43	0,30
04	0,51	0,35
05	N.D.	N.D.
06	0,35	0,24
07	42,20	29,43
08	0,53	0,37
09	*	*
10	0,40	0,28
11	N.D.	N.D.
12	Présence	Présence
13	N.D.	N.D.
14	N.D.	N.D.
15	N.D.	N.D.
16	N.D.	N.D.
17	Présence	Présence
18	0,21	0,15
19	0,22	0,15
20	*	*
21	N.D.	N.D.
22	*	*
23	N.D.	N.D.
24	N.D.	N.D.
25	N.D.	N.D.
26	N.D.	N.D.
27	N.D.	N.D.
28	N.D.	N.D.
29	N.D.	N.D.
30	N.D.	N.D.
07-01	N.D.	N.D.
02	N.D.	N.D.
03	N.D.	N.D.
04	N.D.	N.D.
05	0,79	0,55
06	0,19	0,13
07	N.D.	N.D.
08	N.D.	N.D.
09	N.D.	N.D.

(1) Date du début de la période de prélèvement
N.D. Non-détecté (<3 U.F.C. dans l'échantillon)
* Echantillon annulé

TABLEAU 3: Concentrations d'insecticide biologique (B.t.) détectées dans les échantillons d'air prélevés en 1985 à Ste-Florence

DATE (1)	Concentrations intégrées dans le temps (U.F.C.-mn/l)	Concentrations moyennes durant 24 heures (U.F.C./mètre cube)
85-05-29	*	*
30	*	*
31	*	*
06-01	*	*
02	*	*
03	*	*
04	*	*
05	*	*
06	*	*
07	*	*
08	1365,14	938,24
09	Présence	Présence
10	17,09	12,52
11	14,01	9,73
12	361,17	253,45
13	0,84	0,58
14	1,32	0,92
15	2,12	1,48
16	0,84	0,58
17	15,99	11,22
18	0,51	0,36
19	0,51	0,35
20	0,41	0,29
21	0,34	0,24
22	N.D.	N.D.
23	0,94	0,68
24	Présence	Présence
25	N.D.	N.D.
26	1,16	0,81
27	0,34	0,24
28	0,10	0,07
29	N.D.	N.D.
30	7,68	5,26
07-01	N.D.	N.D.
02	0,34	0,24
03	0,93	0,64
04	0,16	0,11
05	N.D.	N.D.
06	0,26	0,18
07	11,56	8,20
08	1,26	0,90

(1) Date du début de la période de prélèvement
N.D. Non-détecté (<3 U.F.C. dans l'échantillon)
* Echantillon annulé

détecté (5 échantillons) à un maximum de 1 365,14 U.F.C.-mn/l (938,24 U.F.C./m^3).

4.4 Gaspé

Sur les 42 prélèvements d'air effectués entre le 30 mai et le 10 juillet, seulement 16 ont révélé la présence de B.t. et la valeur maximale retrouvée est de 87,55 U.F.C.-mn/l (61,14 U.F.C./m^3).

4.5 Grande-Vallée

À cet endroit, le B.t. a été détecté dans 21 des 42 échantillons récoltés entre le 29 mai et le 10 juillet. La concentration maximale y est de 21,01 U.F.C.-mn/l (14,56 U.F.C./m^3).

4.6 Baie St-Paul

Quarante prélèvements d'air ont été effectués entre le 31 mai et le 10 juillet. L'analyse a révélé des concentrations qui vont de non détecté (19 échantillons) à une valeur maximale de 14,40 U.F.C.-mn/l (10,00 U.F.C./m^3).

4.7 Pointe-aux-Anglais

À cette station de la Côte-Nord, l'insecticide biologique a été décelé dans 22 échantillons sur les 41 prélevés entre le 31 mai et le 10 juillet. La concentration maximale retrouvée y est de 17,36 U.F.C.-mn/l (12,05 U.F.C./m^3).

TABLEAU 4: Concentrations d'insecticide biologique (B.t.) détectées dans les échantillons d'air prélevés en 1985 à Gaspé

DATE (1)	Concentrations intégrées dans le temps (U.F.C.-mn/l)	Concentrations moyennes durant 24 heures (U.F.C./mètre cube)
85-05-30	N.D.	N.D.
31	N.D.	N.D.
06-01	N.D.	N.D.
02	0,09	0,06
03	0,24	0,17
04	N.D.	N.D.
05	N.D.	N.D.
06	N.D.	N.D.
07	N.D.	N.D.
08	N.D.	N.D.
09	N.D.	N.D.
10	N.D.	N.D.
11	N.D.	N.D.
12	0,94	0,67
13	N.D.	N.D.
14	8,24	5,66
15	6,14	4,34
16	N.D.	N.D.
17	0,23	0,16
18	0,11	0,08
19	N.D.	N.D.
20	N.D.	N.D.
21	0,27	0,19
22	N.D.	N.D.
23	N.D.	N.D.
24	N.D.	N.D.
25	N.D.	N.D.
26	4,52	3,14
27	N.D.	N.D.
28	N.D.	N.D.
29	N.D.	N.D.
30	N.D.	N.D.
07-01	N.D.	N.D.
02	87,55	61,14
03	1,57	1,10
04	23,09	15,87
05	51,27	36,75
06	2,57	1,79
07	N.D.	N.D.
08	0,17	0,12
09	0,17	0,12
10	N.D.	N.D.

(1) Date du début de la période de prélèvement
N.D. Non-détecté (<3 U.F.C. dans l'échantillon)
* Echantillon annulé

TABLEAU 5: Concentrations d'insecticide biologique (B.t.) détectées dans les échantillons d'air prélevés en 1985 à Grande-Vallée

DATE (1)	Concentrations intégrées dans le temps (U.F.C.-mn/l)	Concentrations moyennes durant 24 heures (U.F.C./mètre cube)
85-05-30	N.D.	N.D.
31	0,10	0,07
06-01	0,30	0,21
02	N.D.	N.D.
03	0,27	0,19
04	N.D.	N.D.
05	0,29	0,20
06	N.D.	N.D.
07	N.D.	N.D.
08	N.D.	N.D.
09	N.D.	N.D.
10	N.D.	N.D.
11	N.D.	N.D.
12	N.D.	N.D.
13	N.D.	N.D.
14	0,70	0,49
15	N.D.	N.D.
16	0,60	0,42
17	16,28	11,33
18	0,23	0,16
19	N.D.	N.D.
20	0,10	0,07
21	N.D.	N.D.
22	N.D.	N.D.
23	0,35	0,24
24	N.D.	N.D.
25	N.D.	N.D.
26	1,43	0,99
27	0,09	0,06
28	0,22	0,15
29	0,14	0,10
30	N.D.	N.D.
07-01	N.D.	N.D.
02	N.D.	N.D.
03	N.D.	N.D.
04	16,49	11,48
05	21,01	14,56
06	1,58	1,10
07	0,42	0,29
08	0,53	0,37
09	0,17	0,12
10	0,45	0,31

(1) Date du début de la période de prélèvement
N.D. Non-détecté (< 3 U.F.C. dans l'échantillon)
* Echantillon annulé

TABLEAU 6: Concentrations d'insecticide biologique (B.t.) détectées dans les échantillons d'air prélevés en 1985 à Baie-St-Paul

DATE (1)	Concentrations intégrées dans le temps (U.F.C.-mn/l)	Concentrations moyennes durant 24 heures (U.F.C./mètre cube)
85-05-31	*	*
06-01	2,33	1,66
02	13,77	9,56
03	N.D.	N.D.
04	N.D.	N.D.
05	1,17	0,88
06	14,40	10,00
07	6,39	4,44
08	N.D.	N.D.
09	N.D.	N.D.
10	0,35	0,26
11	N.D.	N.D.
12	*	*
13	0,20	0,14
14	N.D.	N.D.
15	0,17	0,12
16	1,09	0,76
17	Présence	Présence
18	0,52	0,36
19	0,14	0,10
20	N.D.	N.D.
21	0,39	0,28
22	N.D.	N.D.
23	N.D.	N.D.
24	N.D.	N.D.
25	N.D.	N.D.
26	0,13	0,09
27	0,13	0,09
28	N.D.	N.D.
29	N.D.	N.D.
30	1,37	0,95
07-01	0,10	0,09
02	N.D.	N.D.
03	N.D.	N.D.
04	N.D.	N.D.
05	N.D.	N.D.
06	0,12	0,07
07	-	-
08	N.D.	N.D.
09	N.D.	N.D.
10	Présence	Présence

(1) Date du début de la période de prélèvement
N.D. Non-détecté (<3 U.F.C. dans l'échantillon)
* Echantillon annulé

TABLEAU 7: Concentrations d'insecticide biologique (B.t.) détectées dans les échantillons d'air prélevés en 1985 à Pointe-aux-Anglais

DATE (1)	Concentrations intégrées dans le temps (U.F.C.-mn/l)	Concentrations moyennes durant 24 heures (U.F.C./mètre cube)
85-05-31	0,43	0,30
06-01	0,36	0,25
02	N.D.	N.D.
03	0,76	0,53
04	0,14	0,10
05	0,16	0,11
06	N.D.	N.D.
07	1,76	1,22
08	1,33	0,92
09	Présence	Présence
10	N.D.	N.D.
11	0,61	0,42
12	0,25	0,17
13	0,39	0,27
14	N.D.	N.D.
15	N.D.	N.D.
16	N.D.	N.D.
17	N.D.	N.D.
18	Présence	Présence
19	N.D.	N.D.
20	0,12	0,08
21	N.D.	N.D.
22	N.D.	N.D.
23	N.D.	N.D.
24	*	*
25	N.D.	N.D.
26	0,14	0,10
27	N.D.	N.D.
28	12,72	8,83
29	0,56	0,39
30	0,14	0,10
07-01	9,11	6,32
02	0,12	0,08
03	0,10	0,07
04	0,74	0,51
05	17,36	12,05
06	N.D.	N.D.
07	N.D.	N.D.
08	N.D.	N.D.
09	N.D.	N.D.
10	N.D.	N.D.

(1) Date du début de la période de prélèvement
N.D. Non-détecté (< 3 U.F.C. dans l'échantillon)
* Echantillon annulé

5. DISCUSSION

Quelle que soit la municipalité, on constate une grande variabilité des concentrations de B.t. tout au long du programme d'échantillonnage. Malgré cette forte étendue entre les minimums et les maximums, la majorité des concentrations sont très faibles: seulement 16% (43 sur 266) des échantillons analysés quantitativement révèlent des concentrations supérieures à 1 U.F.C.-mn/l.

Nous avons compilé les résultats sous forme d'histogrammes aux figures 3 à 9 afin de visualiser la variabilité des concentrations et la relation possible entre celles-ci et l'occurence de pulvérisations effectuées par le MER dans le secteur environnant. L'examen de ces figures révèle une concordance plus ou moins bonne entre la distance des aires traitées et les concentrations retrouvées. Ce phénomène peut s'expliquer par des facteurs tels la direction et la vitesse du vent et la dimension de la superficie traitée près des stations.

Avant de poursuivre plus loin la discussion, il est important de mentionner que des problèmes de contamination ont été notés sporadiquement dans des témoins stériles lors des analyses effectuées au laboratoire de microbiologie. Ces problèmes peuvent également être à l'origine de certains résultats aberrants. Par exemple, les concentrations détectées avant le programme de pulvérisations les 1 et 2 juin à Baie St-Paul (Fig. 8) 30 mai et 1 juin à Pohénégamook (Fig. 4), sont vraisemblablement imputables à ce problème. Par conséquent, il est également hasardeux d'attribuer certaines concentrations à une dérive à longue distance du produit tel qu'observé les 30 juin et 7 juillet à Ste-Florence (Fig. 5), le 6 juin à Baie-St-Paul (Fig. 8) et les 1 et 5 juillet à Pointe-aux-Anglais (Fig. 9).

La station de Ste-Florence présente plusieurs résultats intéressants (Fig. 5). Le maximum détecté le 8 juin (1 365,14 U.F.C.-mn/l) est très élevé par rapport à l'ensemble des résultats. Il peut s'expliquer par le fait que les parcelles 226 et 227 ont été traitées presqu'au complet durant la période de prélèvement. De plus, un dosage plus élevé a été appliqué sur une superficie

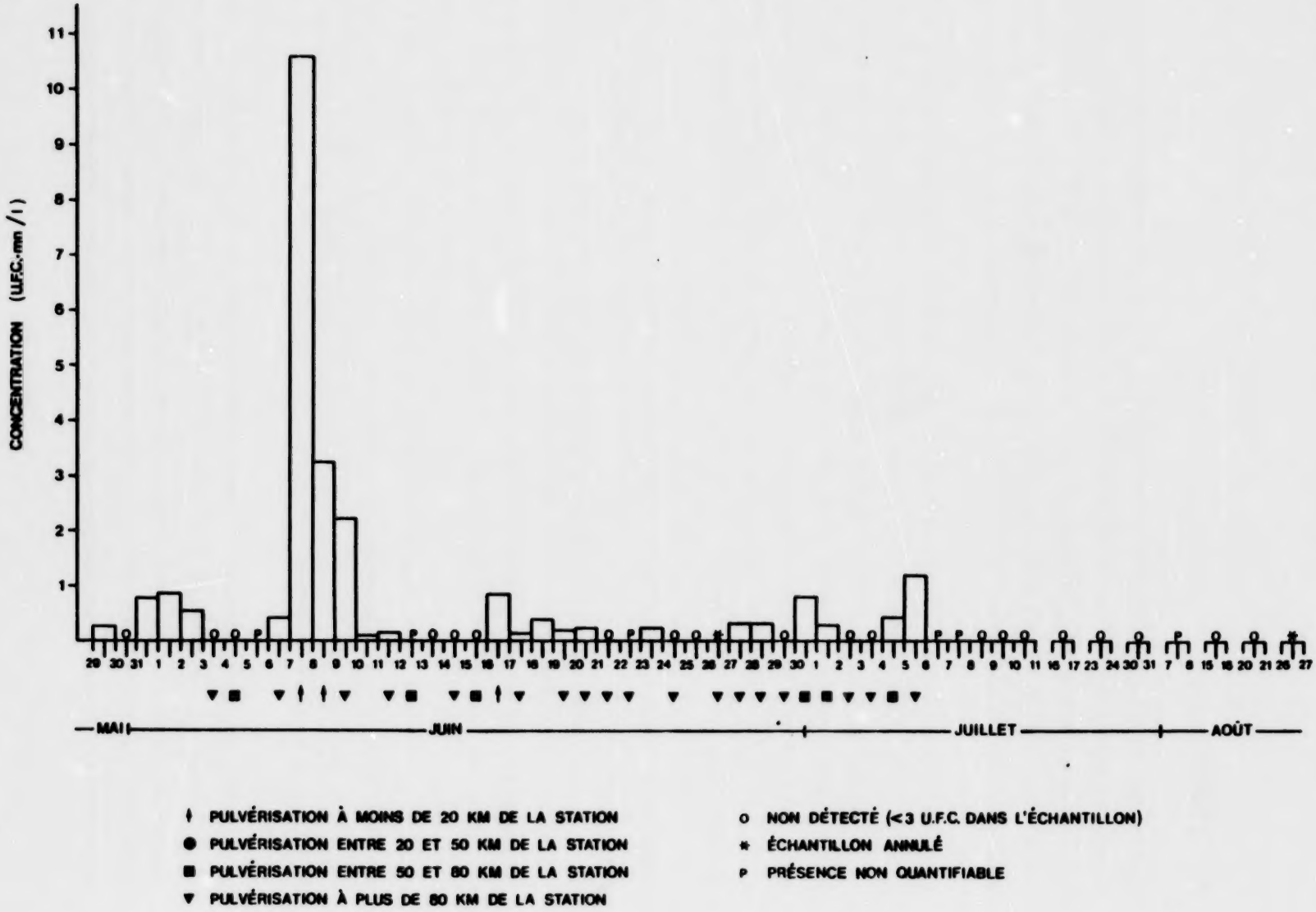


Figure 3: Histogramme des concentrations d'insecticide biologique (B.t.) détectées à St-Patrice de Rivière-du-Loup lors des pulvérisations contre la tordeuse des bourgeons de l'épinette en 1985.

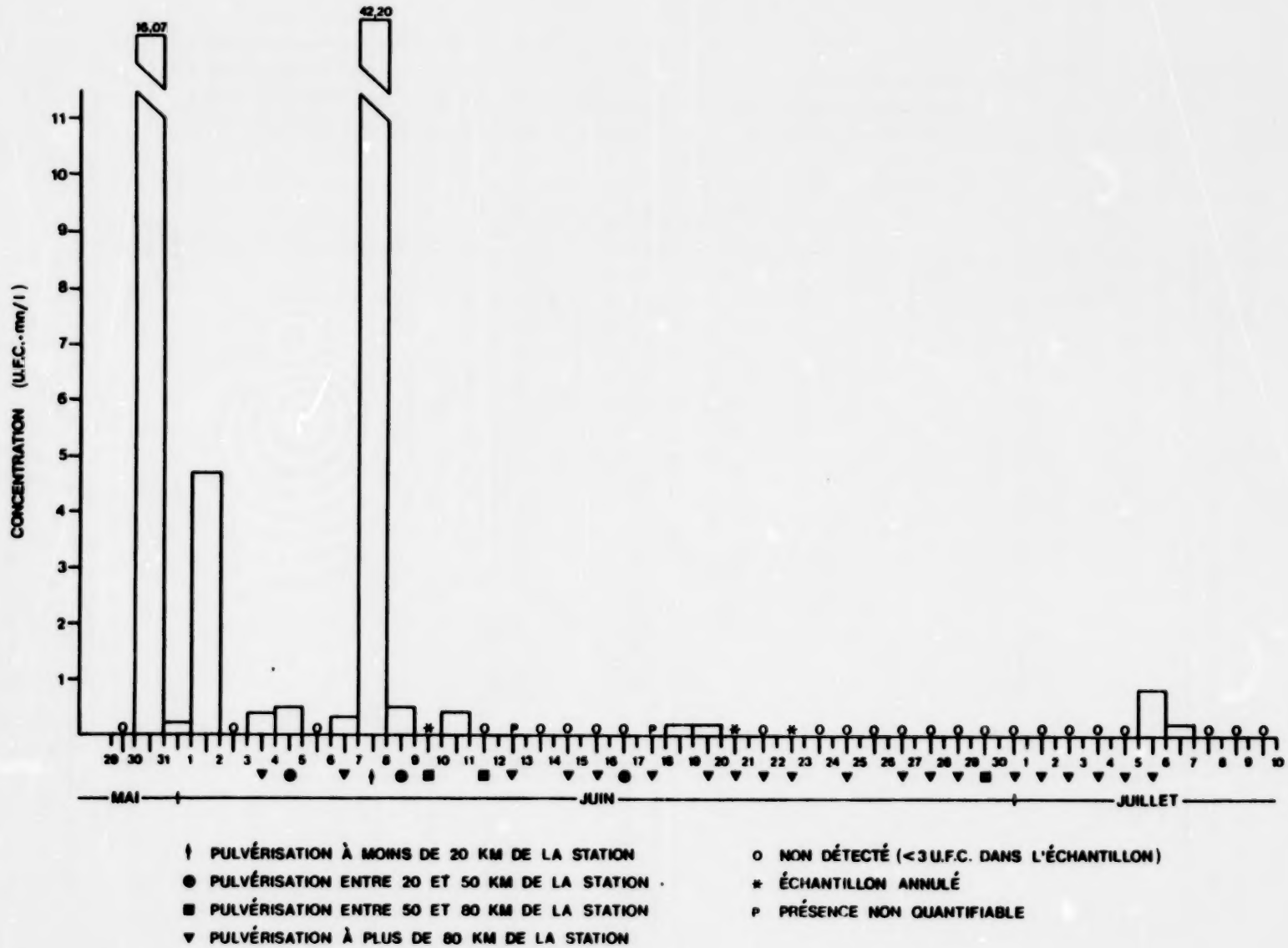


Figure 4 : Histogramme des concentrations d'insecticide biologique (B.t.) détectées à Pohénégamook lors des pulvérisations contre la tordeuse des bourgeons de l'épinette en 1985.

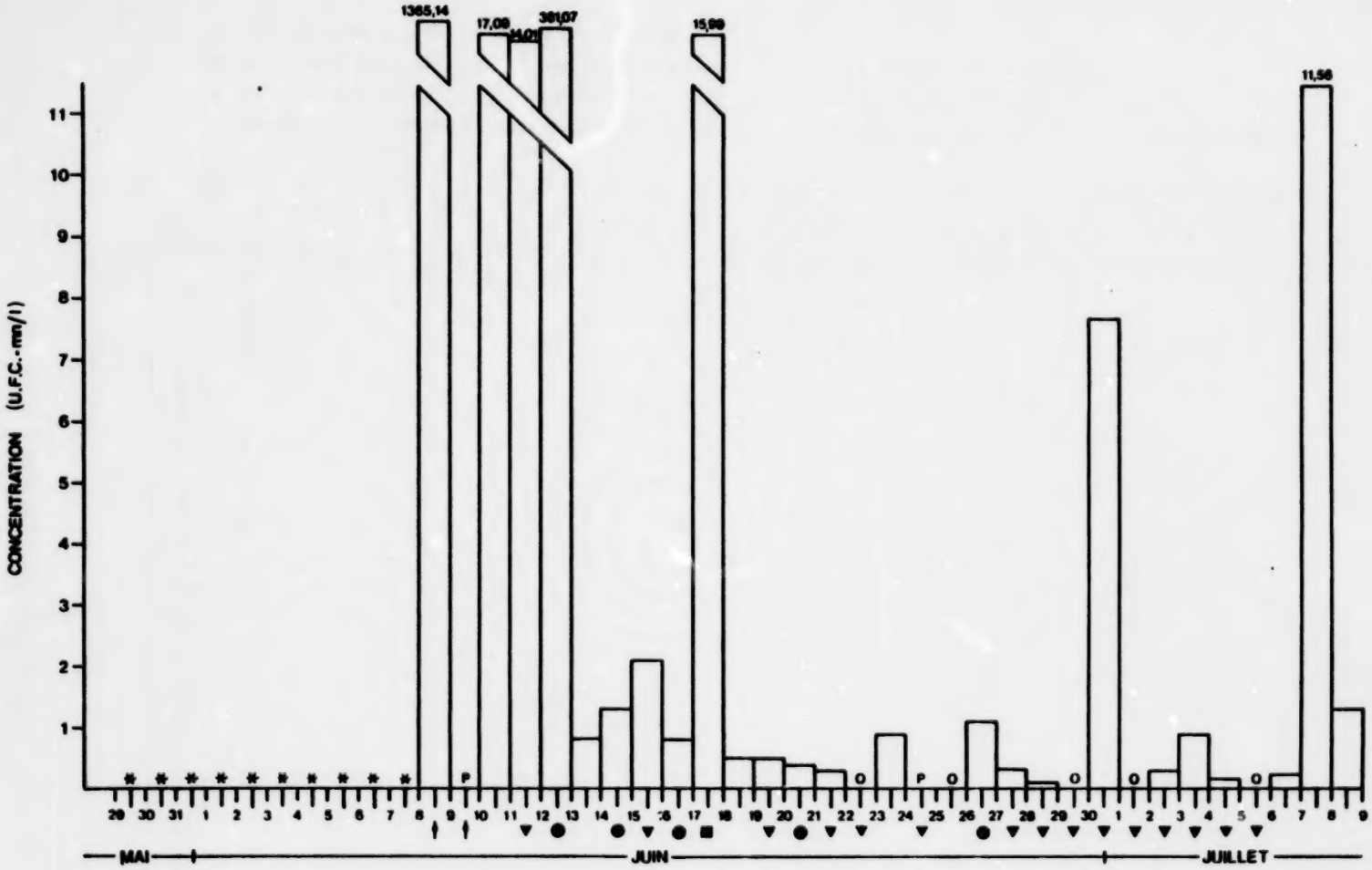


Figure 5 : Histogramme des concentrations d'insecticide biologique (B.t.) détectées à Ste-Florence lors des pulvérisations contre la tordeuse des bourgeons de l'épinette en 1985.

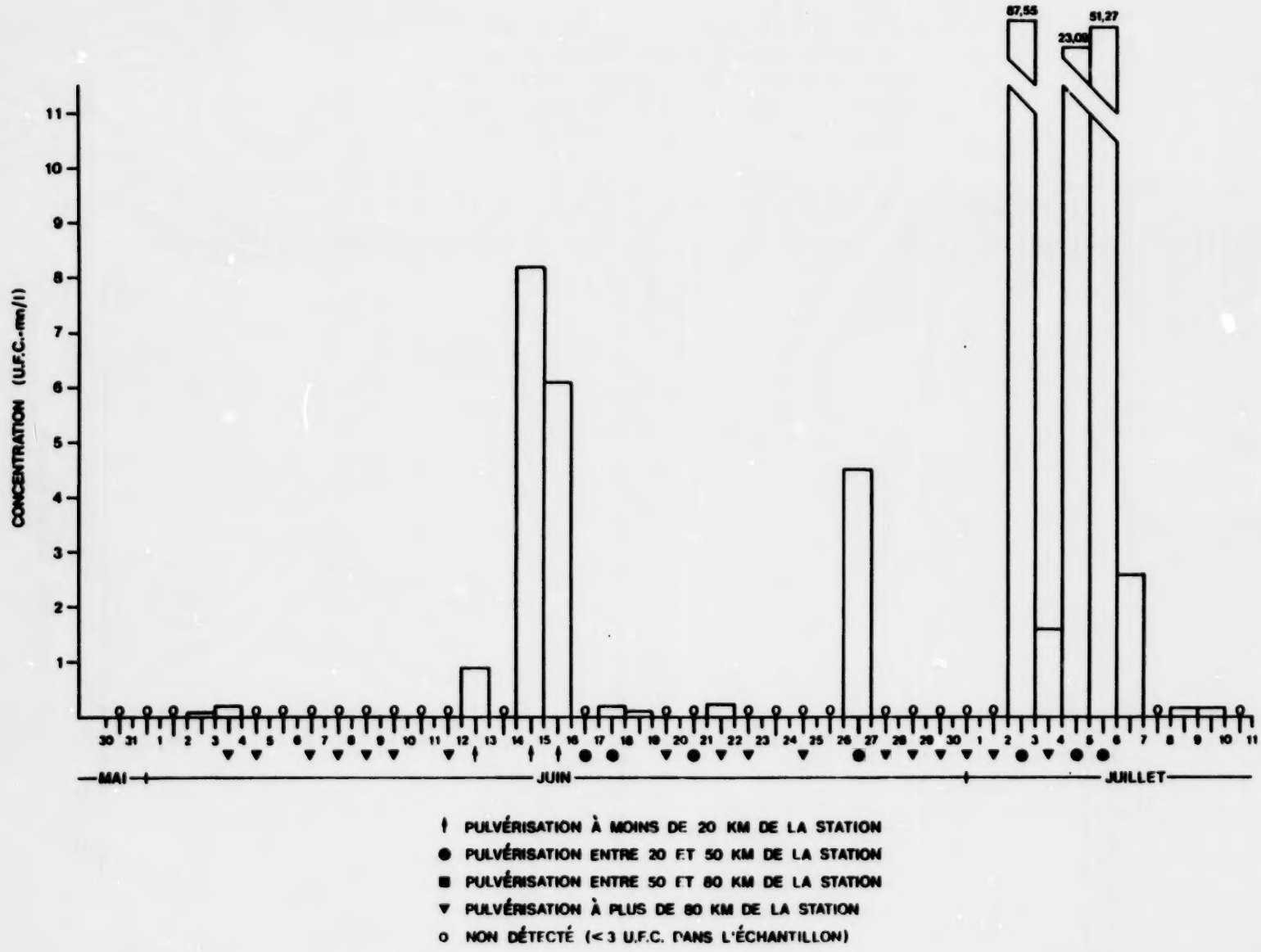


Figure 6: Histogramme des concentrations d'insecticide biologique (B.t.) détectées à Gaspé lors des pulvérisations contre la tordeuse des bourgeons de l'épinette en 1985.

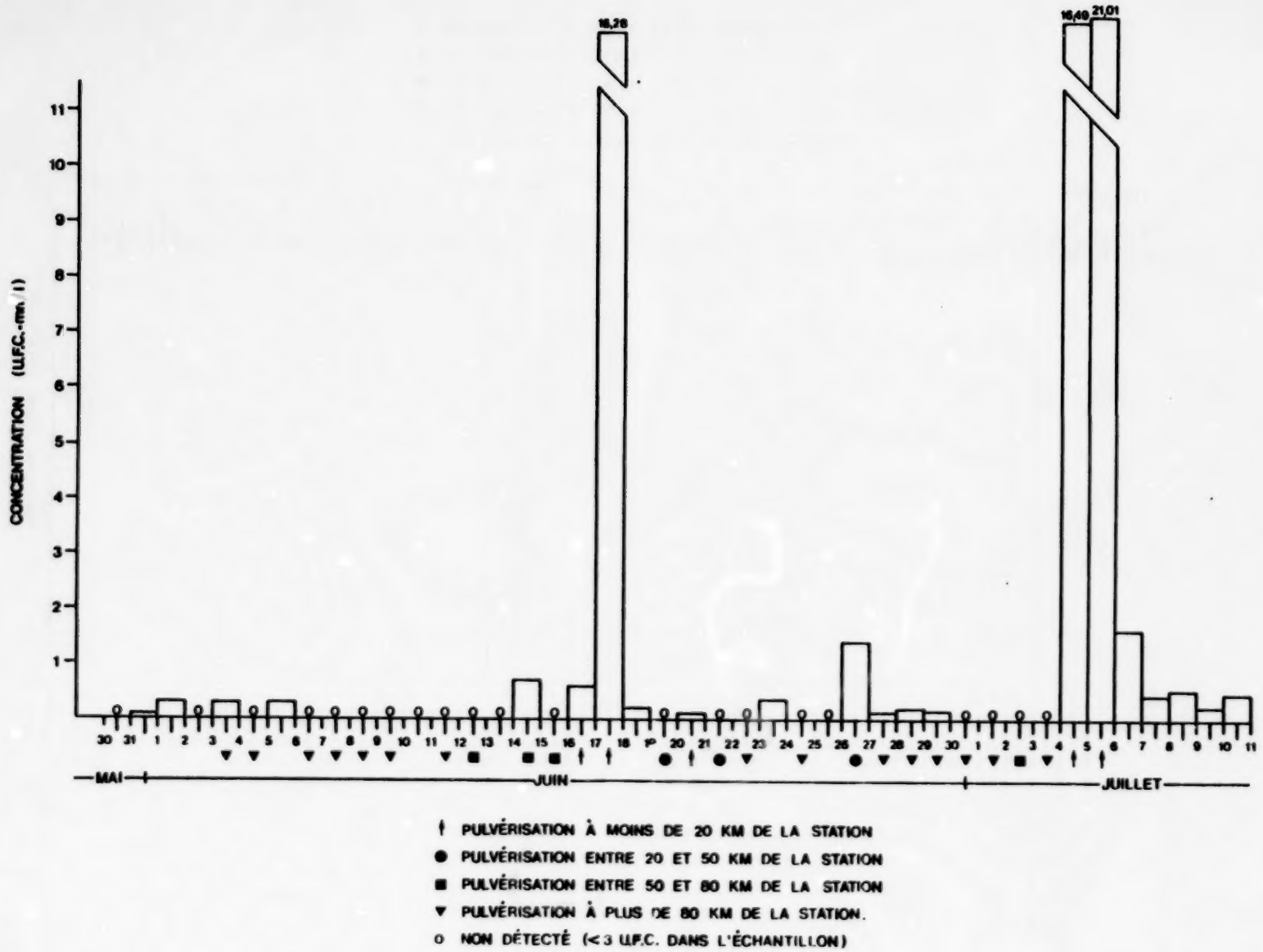


Figure 7: Histogramme des concentrations d'insecticide biologique (B.t.) détectées à Grande-Vallée lors des pulvérisations contre la tordeuse des bourgeons de l'épinette en 1985.

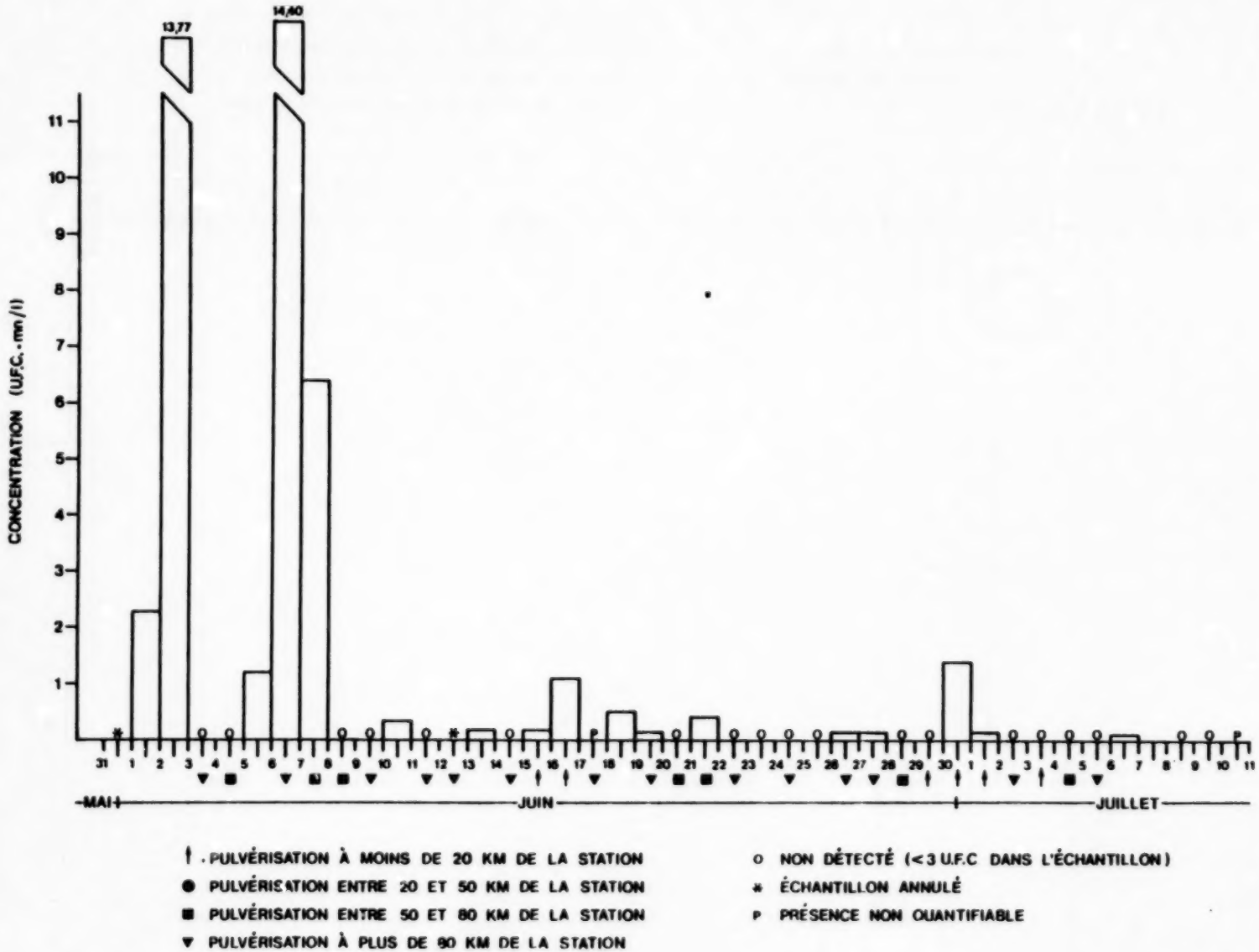


Figure 8: Histogramme des concentrations d'insecticide biologique (B.t.) détectées à Baie-St-Paul lors des pulvérisations contre la tordeuse des bourgeons de l'épinette en 1985.

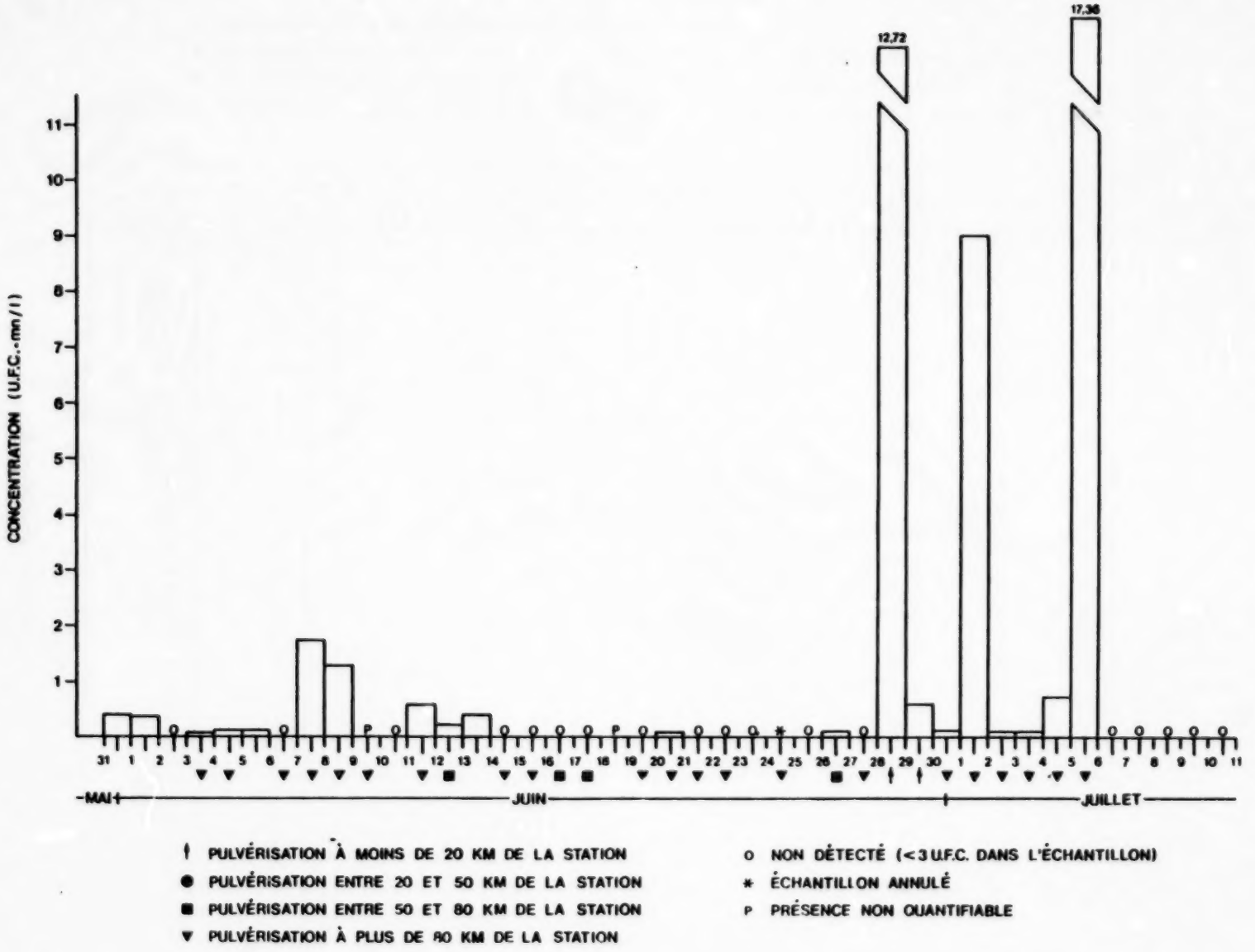


Figure 9: Histogramme des concentrations d'insecticide biologique (B.t.) détectées à Pointe-aux-Anglais lors des pulvérisations contre la tordeuse des bourgeons de l'épinette en 1985.

d'environ 2 500 ha et ce, à environ 10 km de la station. Enfin, mentionnons que la ligne de pulvérisation la plus près de la station était à moins d'un kilomètre de cette dernière. En ce qui a trait aux concentrations retrouvées les 10, 11 et 12 juin, la première pourrait constituer une concentration résiduelle suite aux applications faites durant les deux journées précédentes; pour tenter d'expliquer les deux dernières, soulignons que des pulvérisations en forêt privée ont été effectuées à moins de 20 km par un organisme autre que le MER. Enfin, mentionnons que la concentration de B.t. décelée le 7 juillet à cette station peut difficilement s'expliquer autrement que par la contamination lors de l'analyse dont il a été question précédemment.

La station de Rivière-du-Loup mérite également une analyse particulière. Rappelons que cette station visait, en plus de mesurer la dérive hors des secteurs traités à proximité, à évaluer la contamination de l'air due à l'entreposage d'insecticide biologique à la base d'opérations voisine. La figure 3 révèle que tout au long de la période d'échantillonnage, la contamination est de faible niveau à l'exception de quelques jours où il y a eu pulvérisation de produit à proximité. C'est à cette station que le plus faible maximum a été enregistré (10,59 U.F.C.-mn/l); mentionnons enfin qu'une concentration non quantifiable a été détectée le 7 août soit environ un mois après la fin du programme de pulvérisation.

Les résultats obtenus lors de cette étude de surveillance montrent une certaine ressemblance avec ceux obtenus en 1984 dans deux municipalités de la région Bas St-Laurent - Gaspésie (Major et al., 1985). Lors de cette étude, 54% des résultats étaient inférieurs à 1 U.F.C.-mn/l et les maximums enregistrés étaient de 18,96 et 132,59 U.F.C.-mn/l respectivement à St-Honoré et Causapscal. En 1985, les résultats sont globalement plus faibles: 84% des échantillons sont inférieurs à 1 U.F.C.-mn/l. À part la valeur de 1 365,14 U.F.C.-mn/l retrouvée à Ste-Florence, les maximums aux stations de 1985 varient de 10,59 à 87,55 U.F.C.-mn/l, soit des maximums comparables à ceux retrouvés en 1984.

On peut donc conclure que la contamination de l'air est généralement demeurée à un faible niveau dans les municipalités situées au voisinage des aires traitées. Des concentrations plus fortes peuvent cependant être notées sporadiquement lors d'applications effectuées à faible distance des stations.

Dans un rapport antérieur, nous avons discuté des risques sur la santé que peut représenter l'absorbtion de B.t. (Major et al., 1985). Même des concentrations beaucoup plus élevées que celles retrouvées dans cette étude ne représentent que très peu de risques pour les populations concernées.

ANNEXE

Composition du Tween 80 et de la gélose nutritive

Tween 80

Polyoxyéthylène sorbitane monooléate 0,1% à pH 7,2.

Gélose nutritive (Nutrient Agar)

	Par litre d'eau distillée
- Extrait de boeuf	3,0 g
- Peptone	5,0 g
- Agar	15,0 g

BIBLIOGRAPHIE

MAJOR, L., G. ROUSSEAU et B. LAMONTAGNE, 1985, Surveillance des pulvérisations aériennes d'insecticides contre la tordeuse des bourgeons de l'épinette, au Québec, en 1984: Concentrations d'insecticides biologiques dans l'air de deux agglomérations urbaines de la région 01. Gouvernement du Québec, Ministère de l'Energie et des Ressources, Service des études environnementales, 52 pp.

SMIRNOFF, W.A., 1962, A staining method for differentiating spores, crystals and cells of Bacillus thuringiensis (Berliner), J. Ins. Path. 4: 384-386.